CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

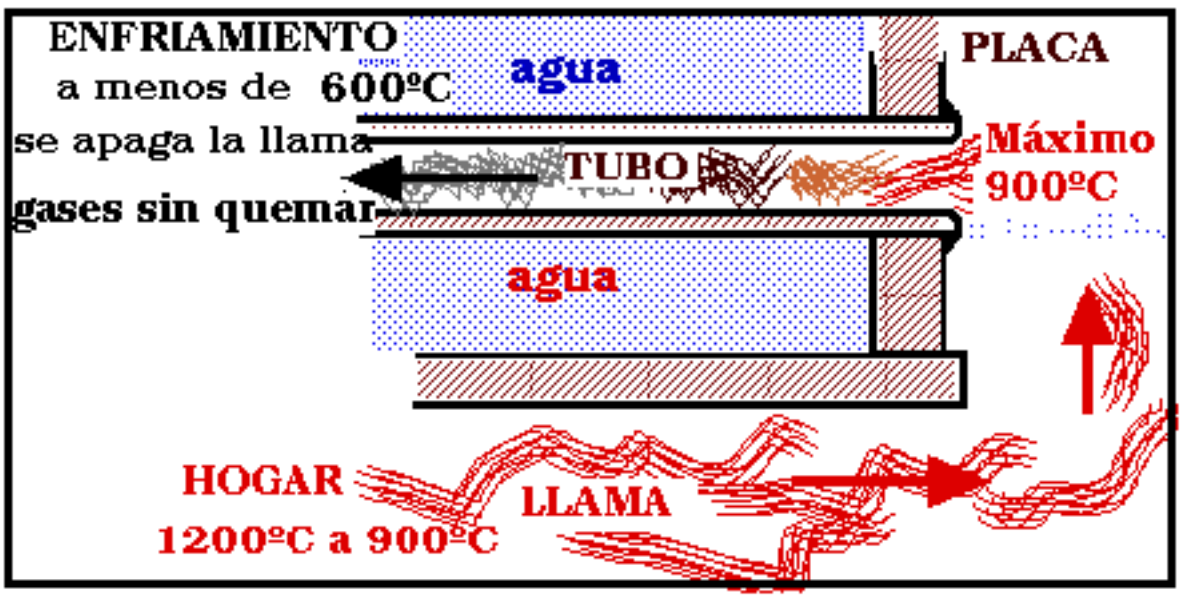
2010

La combustión de biomasa se basa los mismos elementos que contienen los combustibles líquidos y gaseosos, el Carbono (C) y el Hidrógeno (H), siendo los demás componentes que no aportan calor, como el Nitrógeno (N), el Oxígeno (O) y otros componentes de menor cuantía (Calcio, Magnesio, Potasio, Azufre, Sílice, etc. de un bajo valor en su cantidad, salvo en la cáscara de arroz donde la Sílice (SiO2) es de un valor de más del 20%, y algo de Azufre (S) que aporta muy poco calor ya que se oxida, ambos elementos que son un problema a considerar), pero un problema que debemos considerar es su contenido variable de agua como humedad, no solo por dificultar la combustión, al tomar calor de la combustión bajando el rendimiento térmico, sino que potenciando los problemas de corrosión.

Por ser la biomasa una combinación de distintos elementos orgánicos formados por la base Carbono-Hidrógeno, al calentarse y al descomponerse parcialmente si no se logra su combustión total (que es la formación de Anhídrido Carbónico (CO2) por el carbono que contiene, y agua (H2O) por la unión de Hidrógeno (H) con el Oxígeno (O2)) forma una serie de otros elementos orgánicos, algunos pesados como alquitranes de madera (difíciles de quemar y que aglomeran la ceniza arrastrada, ceniza que está compuesta por Calcio, Magnesio, Potasio, Sílice, etc.) Y otros elementos orgánicos muy agresivos que su estado será gaseoso o líquido de acuerdo a la temperatura (como los ácidos piroleñosos, muy corrosivos, formados por muy distintas combinaciones, como el ácido acético, fórmico, etc.) y otros elementos gaseosos no tan corrosivos (combustibles en condiciones de tener la condiciones de suficiente oxígeno, temperatura y tiempo).

Pero lo que debe quedar claro, que la combustión para desarrollarse necesita calor (elevar su temperatura), suficiente oxígeno y tiempo. En la biomasa la humedad juega un papel muy importante, ya que no solo conspira por tomar calor de la combustión (en forma de calor sensible, sino fundamentalmente en forma de calor latente o de vaporización), lo que no permite elevar la temperatura de combustión a un valor aceptable para lograr una combustión completa (especialmente en los gasógenos). Además una llama, que en proceso de combustión se enfría a determinada a temperatura se apaga (-600ºC por lo general) y produce hollín (carbono en forma de depósito o volátil) en forma muy clara en los combustibles líquidos (muy notable en las chimeneas, muy aislante en las superficies de intercambio), en los gaseosos (es un hollín más volátil, muy liviano, no tan visible) y los combustibles sólidos, en este caso la palabra hollín no queda clara, ya que junto al hollín (carbono) se depositan otros elementos (la cenizas arrastradas, cuya composición depende del tipo de combustible sólido, si es carbón el depósito es bien definido como carbono, pero si es de biomasa dependenderá de la biomasa (como en el caso de la cáscara de arroz que es casi pura sílice (SiO2) la ceniza, pero si es de maderas hay otros elementos, como calcio, potasio, magnesio, etc.).

Veamos un croquis de enfriamiento de una llama en procedo en combustión que se apaga al enfriarme por entrar en un tubo humo-tubular (al igual que puede ocurrir en un banco convectivo de una caldera acuo-tubular:



CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

Esta llama de biomasa que se apaga al entrar en un tubo, se debe a fallas en la operación de la combustión, fallas que por muchas razones ocurren (desde mala operación de carga, mala regulación de aires y tiros, exceso de combustión y fundamentalmente por efecto de una biomasa con mucha humedad, o problemas de diseño de la cámara de combustión). Si bien el "ensuciamiento" prematuro de la caldera, con pérdida de rendimiento es por aislación de las superficies de intercambio, pero antes que eso en biomasa hay una formación depósitos que en zonas en particular dificultan la circulación de los gases y con ello la diminución de la combustión (por la falta de aire y tiro). Y por supuesto, toda llama apagada, es una pérdida por gases no quemados, que pueden tener valores muy elevados de pérdidas (hay casos que he medido que superan los 20% de la Eficiencia).

La observación de los humos solo dejan muy en claro la mala combustión en los combustibles líquidos (especialmente pesados como los Fuel Oíl, con humos negros cargados de hollín), en gas natural ya no es casi visible el hollín (forma "copos" de hollín, que si bien son muy aislante, no se ven tan claros en los gases de chimenea), en la combustión de biomasa el color de los humos recién es observable cuando la combustión ya es muy mala.

En la combustión de gas natural, la observación de los humos en chimenea, como dijimos no es tan clara, ya que el hollín se forma como "copos" de hollín dispersos, pero su presencia debe ser notada por la medición de los excesos de aire fundamentalmente, ya que cuando se trabaja con un exceso muy bajo de aire, si hay zonas que falta oxígeno para completar la combustión, se produce hollín (así también, como si hay un enfriamiento de la llama al penetrar un tubo). Por lo tanto la medición en los gases de chimenea de la combustión a gas natural se hace imprescindible, midiendo el exceso de aire y la presencia de gases no quemados (ó CO).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

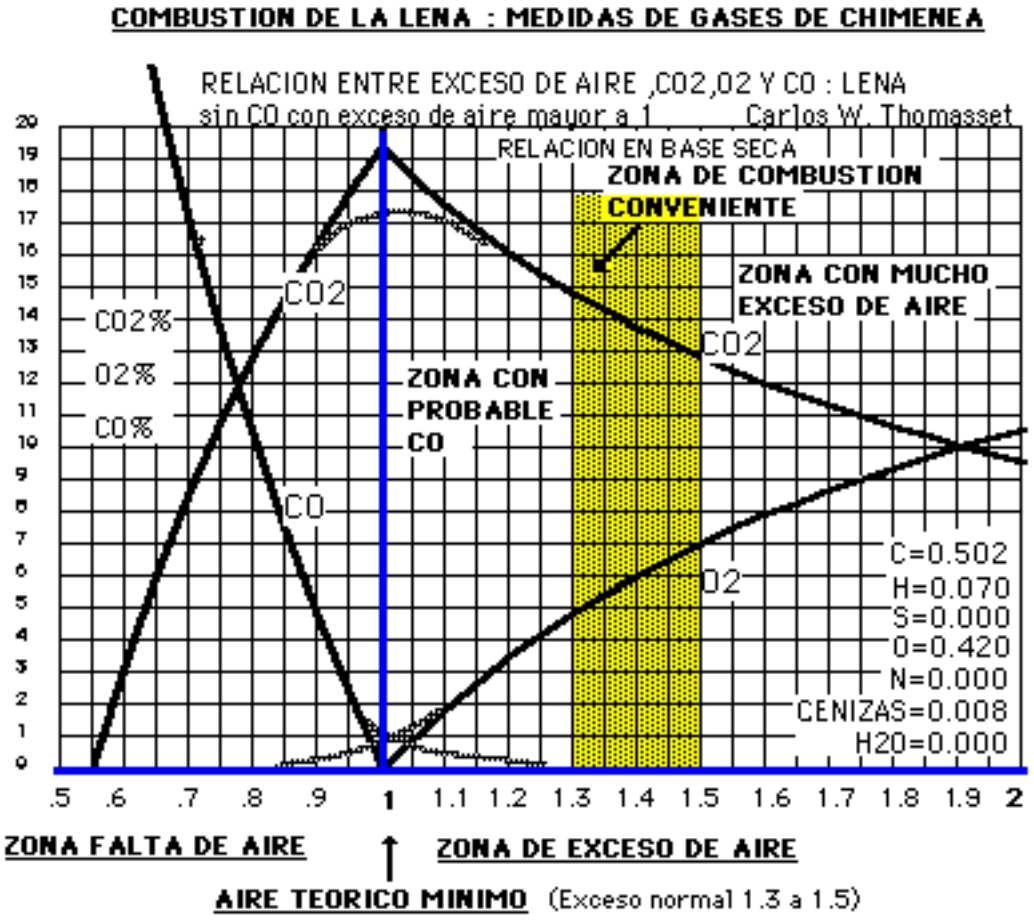
HOLLIN PROVOCADO POR GAS NATURAL

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

En biomasa la mala combustión o combustión parcial provoca dos efectos con los gases "sucios" de hollín de ceniza (de muy variable composición), uno es el "taponeamiento de tubos" y zonas de la caldera, dificultando la circulación de los gases, lo que empeora la situación dificultando la combustión y el proceso de ensuciamiento se acelera, bajando la capacidad de la caldera y la eficiencia, la otra situación es la pérdida de rendimiento de la caldera cuando lo que se ensucia son las superficies de intercambio térmico, en caso que se deposite solo sobre las superficies de intercambio. Ambos efectos por lo general van juntos, pero hay situaciones en que predomina uno sobre el otro, según el diseño de la caldera, la calidad de la biomasa y su humedad, la forma de manejo de los fuegos, etc.



En biomasa no es solamente manteniendo un exceso de aire suficiente que se logran las condiciones de no producir ensuciamiento (generalmente se puede decir que el exceso de aire debe ser el doble que el % de humedad en base húmeda).

Puede haber el exceso de aire más que suficiente y sin embargo no producirse una combustión completa (condiciones del combustibles, como exceso de humedad, muchas cáscaras, origen de la biomasa, problemas de diseño, etc.), pero debemos considerar que hay arrastre de cenizas, que pueden depositarse en las entradas de los tubos más o menos, de acuerdo al contenido de gases sin quemar (ya que la presencia de gases sin quemar indica la presencia de "aglomeradores" de la ceniza, como los alquitranes de madera o resinas, especialmente en el caso de algún tipo de árbol, semilla o planta.

De hecho no debe llegar la llama a los tubos humo-tubulares, ya que ocurren dos problemas: 1- corrosión, 2- ensuciamiento prematuro de la caldera.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

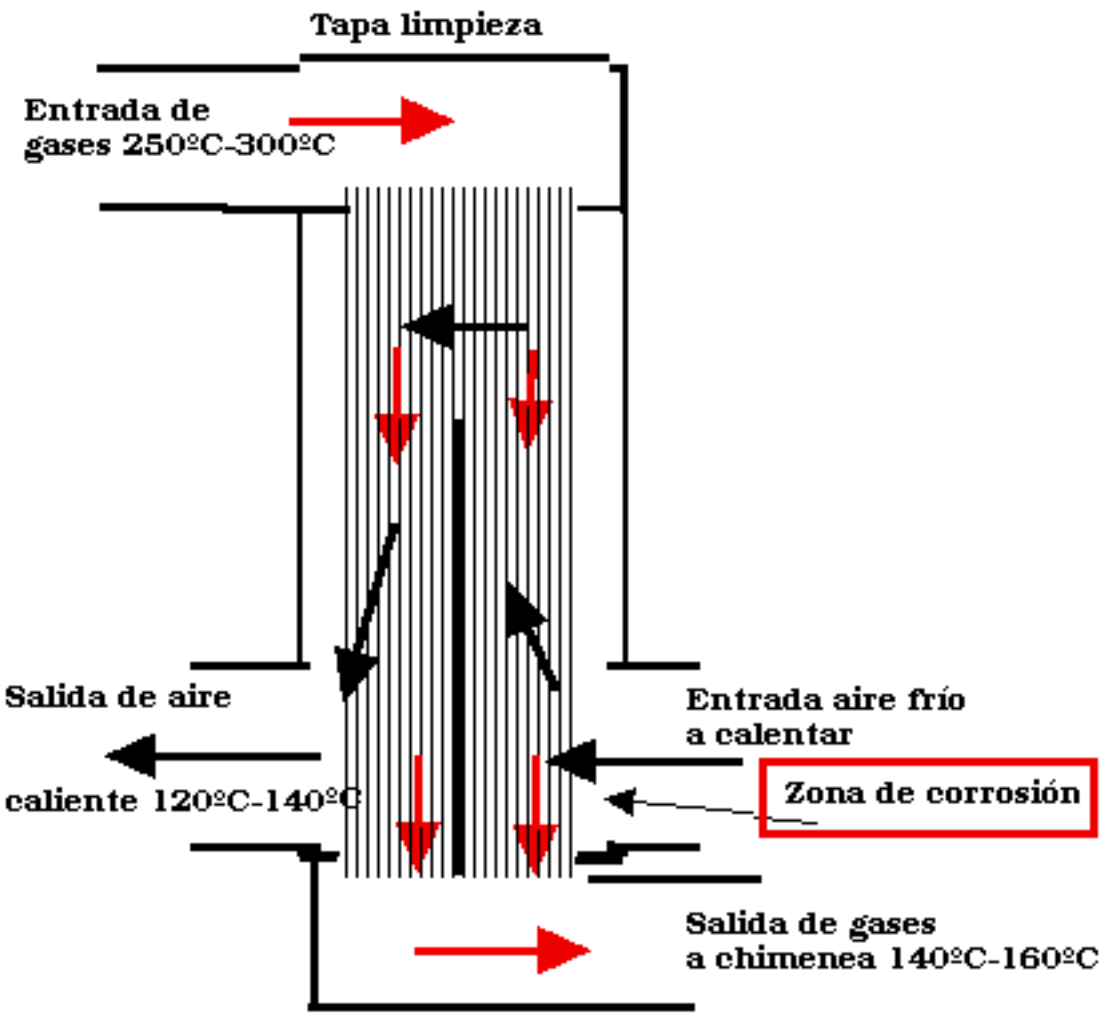
CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.
2010

CORROSIÓN:

La corrosión ocurre porque en esa llama que se apaga, quedan los ácidos piroleñosos que en las zonas frías provocarán corrosión en el metal de la caldera, por lo general esas zonas frías pueden ser lo calentadores de aire (recuperadores de calor) de combustión en la zona más fría, en la entrada de aire del calentador de aire.

CORROSION EN CALENTADOR DE AIRE POR GASES DE CALDERA LEÑA

O sea en un croquis de un calentador, veamos la zona:



CORROSION CALENTADORES DE AIRE RECUPERACION

O en las zonas bajas de las calderas acuo-tubulares, especialmente cuando las calderas tienen paradas que se enfrían por largos períodos:

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

O la corrosión en caliente, que ocurre en capillas con mala circulación interna de enfriamiento (por lo general en capillas mal adaptadas) o en la cabeza de los gasógenos y cámaras torsionales donde el enfriamiento está comprometido en cargas altas, en donde el propio monóxido de carbono y los ácidos piroleñosos hacen su trabajo de corrosión.

Podemos decir que la corrosión es proporcional al ensuciamiento por lo general, lo que indica que los mismos factures que provocan un aceleramiento del ensuciamiento, también provoca un aceleramiento de la corrosión.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

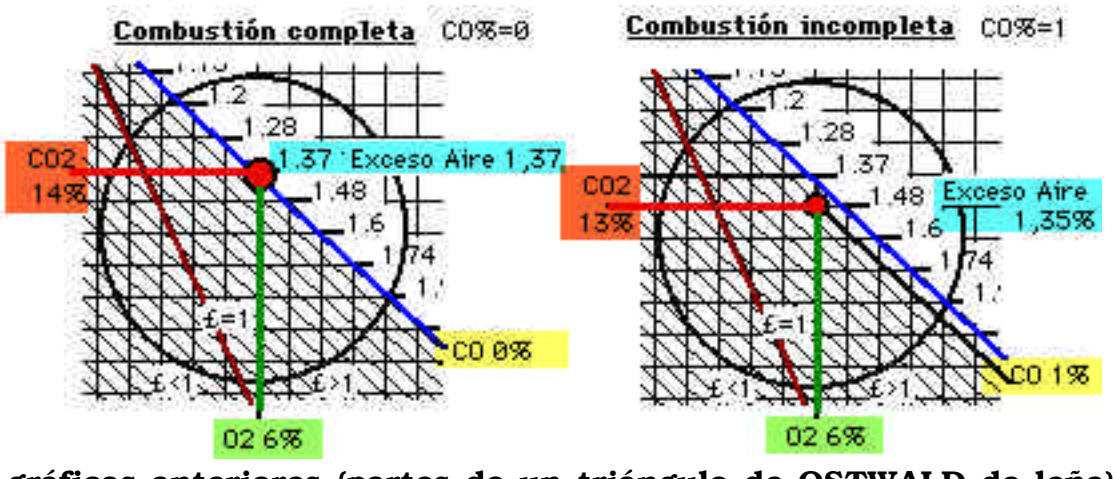
ENSUCIAMIENTO PREMATURO DE CALDERAS A BIOMASA:

Toda caldera a biomasa sufre un ensuciamiento progresivo, pero este debe estar dentro de los parámetros previstos para su limpieza, lo que significa que si el ensuciamiento perjudica la marcha normal de la caldera antes del tiempo previsto, es evidente que hay un problema a resolver, buscando la causa del mismo.

LEÑA CON 25% H.b.h. P.C.I.

EFICIENCIA COMBUSTION P.C.I.=				Leña	Kcal/kgr.	3080	*Carlos W. Thomasset 1991*			
Humedad	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
	140 ºC	*160 ºC*	*180 ºC*	*200 ºC*	*220 ºC*	*240 ºC*	*260 ºC*	*280 ºC*	*300 ºC*	*320 ºC*
CO2=19%	92,6%	91,5%	90,4%	89,3%	88,1%	87,0%	85,9%	84,8%	83,6%	82,5%
CO2=18%	92,3%	91,1%	90,0%	88,8%	87,7%	86,5%	85,3%	84,2%	83,0%	81,8%
CO2=17%	91,9%	90,8%	89,6%	88,4%	87,2%	86,0%	84,7%	83,5%	82,3%	81,0%
CO2=16%	91,6%	90,3%	89,1%	87,8%	86,6%	85,3%	84,0%	82,8%	81,5%	80,2%
CO2=15%	91,2%	89,9%	88,6%	87,2%	85,9%	84,6%	83,3%	81,9%	80,6%	79,2%
CO2=14%	90,7%	89,3%	87,9%	86,6%	85,2%	83,8%	82,4%	81,0%	79,5%	78,1%
CO2=13%	90,1%	88,7%	87,2%	85,8%	84,3%	82,8%	81,3%	79,8%	78,3%	76,8%
CO2=12%	89,5%	88,0%	86,4%	84,9%	83,3%	81,7%	80,1%	78,6%	77,0%	75,4%
CO2=11%	88,7%	87,1%	85,4%	83,8%	82,1%	80,4%	78,7%	77,0%	75,3%	73,6%
CO2=10%	87,8%	86,0%	84,3%	82,5%	80,7%	78,8%	77,0%	75,2%	73,3%	71,5%
CO2=9%	86,7%	84,8%	82,8%	80,9%	78,9%	76,9%	74,9%	72,9%	70,9%	68,9%
CO2=8%	85,3%	83,2%	81,0%	78,9%	76,7%	74,5%	72,3%	70,1%	67,9%	65,7%

Vemos en la regleta superior, que el ensuciamiento, que hace subir la temperatura de los gases de chimenea a medida que se ensucian las superficies de transferencias, la Eficiencia de Combustión y Transferencia va disminuyendo, cualquiera que sea el exceso de aire (aquí expresado por el % de CO2) y para una biomasa con 25% de humedad. Otra cosa es cuando el ensuciamiento lo que produce es un "estrangulamiento" de la circulación de los gases al formar un "canuto" de taponeamiento a la entrada de los tubos humo-tubulares, lo que provoca una pérdida de respuesta de la caldera y una pérdida real de combustible sin quemar:



El las gráficas anteriores (partes de un triángulo de OSTWALD de leña) , se indica la condición de combustión completa (CO=0%) y la condición en que la combustión no es completa (CO%=1) aunque sobre el O2 (oxígeno), esto en las calderas a leña y de gases (como el gas natural), hace que se produzcan pérdidas muy importantes por gases sin quemar (que por cada 1% de estos gases que se midan en chimenea se puede estar perdiendo más de 4% del combustible por la chimenea).

El ensuciamiento de una caldera que quema Fuel Oíl o carbón, por lo general se nota por una bajada de su rendimiento en la transferencia del calor al agua y el vapor (sube progresivamente la temperatura de los gases de chimenea y por lo tanto la pérdida por concepto de la mala transferencia). Pero en las calderas a biomasa, si bien puede existir este tipo de ensuciamiento general de las superficies de transferencia (que se nota por la suba de las temperaturas de los gases de salida de chimenea, perdiendo la

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

caldera la Eficiencia de Transferencia), existe en las calderas un ensuciamiento prematuro que provoca la "estrangulación" del pasaje de gases por los tubos humo-tubulares (ya que ocurre especialmente en las calderas humo-tubulares) no así tanto en las calderas acuo-tubulares (cuyo ensuciamiento por estrangulamiento puede ocurrir en los recuperadores de calor, calentadores de aires o agua). En la "estrangulación" la pérdida no es por transferencia, sino por la pérdida de gases sin quemar, al perder la caldera capacidad de aires de combustión por falta de tiro. La suma de las dos, que componen la Eficiencia de Combustión y Transferencia, bajan la misma a valores que hay que parar para "limpiar" cada tanto tiempo o en forma abrupta al producirse un ensuciamiento prematuro (por ej. : por recibir biomasa con alta humedad, por fallas en las correas del tiro inducido o falta de tiro por corrosión de las paletas o caja del tiro inducido, por mala operación de la biomasa al cargar la parrilla o el gasógeno, por excesos de combustión).

En las calderas humo-tubulares, como mostrábamos en el croquis de como se apaga la llama al enfriarse, la ceniza se "aglomera" por los alquitranes o cenizas de muy baja fusión (que forman una ceniza semi-fundida que al enfriarse se aglomera, se combate esto agregando a la combustión Dolomita que contiene Magnesio, cuyo óxido se incorpora a la ceniza y eleva el punto de fusión, evitando que se fusione).

Veamos una formación de esta ceniza aglomerada de una caldera a leña (rolos de eucaliptos), se ha formado en el transcurso de 2 meses, tiempo excesivo si se quiere entre limpiezas y probable problemas de combustión:

ARO DE CENIZAS DE LEÑA A
LA ENTRADA DEL TUBO 1er. pase

Como se ve en el "aro" de cenizas anterior, la misma se va aglomerando en donde la "llama" se apaga, esto penetra en el tubo unos centímetros, pero su cierre en el tubo, quita pasaje a los gases de caldera, que van empeorando la situación al diminuir la capacidad de tiro del tiro inducido y por lo tanto la entrada suficiente de aire primario (y secundario, o terciario) y con ello agravando la combustión (alargando cada vez más la llama y la formación de gases sin quemar, más de alquitranes que aglomeran con más facilidad la ceniza arrastrada).

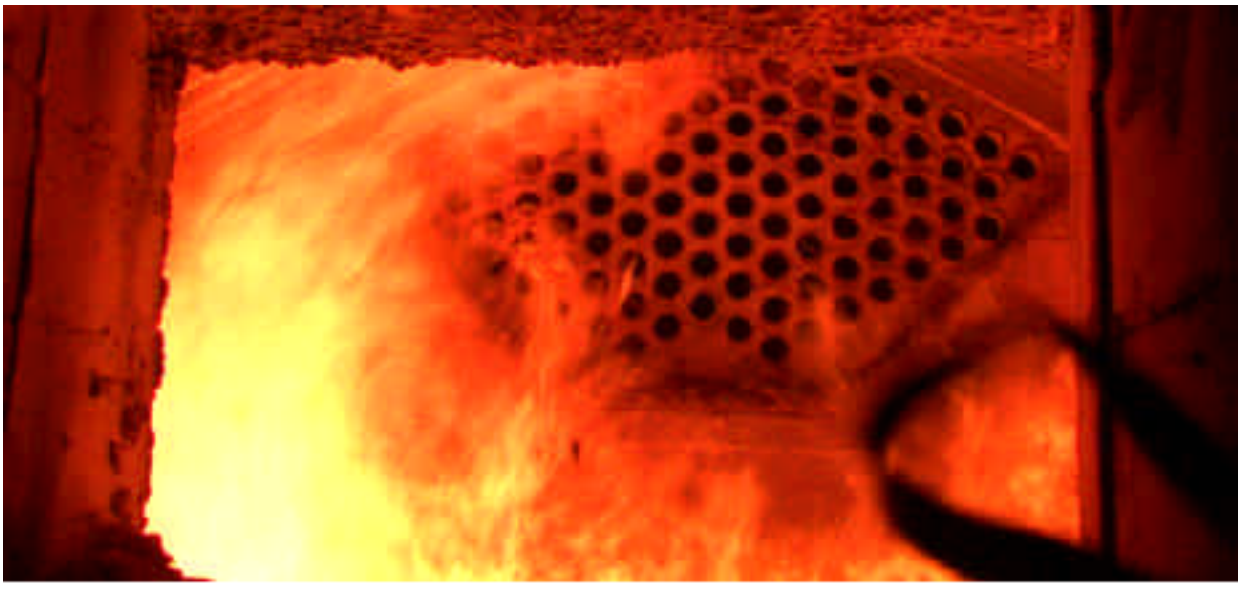
Veamos el aspecto general de esta situación;

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

Veamos el caso de una caldera humo-tubular sin tubo de hogar, en donde los tubos en que entra la llama se apaga y en los tubos que tienen "exceso de aire" en la zona al no haber llama la misma no se apaga:



Como vemos en la foto anterior, las zonas que la llama es larga y penetra en los tubos, los mismos se tapan en forma de un "canuto" de unos centímetros de largo, que cuanto más tapada esté la calderas más rápido se tapan los tubos restantes al haber mala combustión por falta de tiro (y por supuesto falta de aire primario).

Por eso, la limpieza de la calderas debe hacerse de acuerdo a los parámetros de marcha, ya que si hay un exceso de combustión, si hay mucha humedad en la leña, si hay problemas con pérdidas (corrosión) en el calentador del aire de recuperación, si el manejo de la caldera no es adecuado (excesos de carga de leña), si hay problema en la regulación de los aires y tiros, al primer síntoma de falta de respuesta, rendimiento o capacidad de la caldera, hay que proceder a limpiar la caldera y revisar alguna de las fallas anteriormente nombradas.

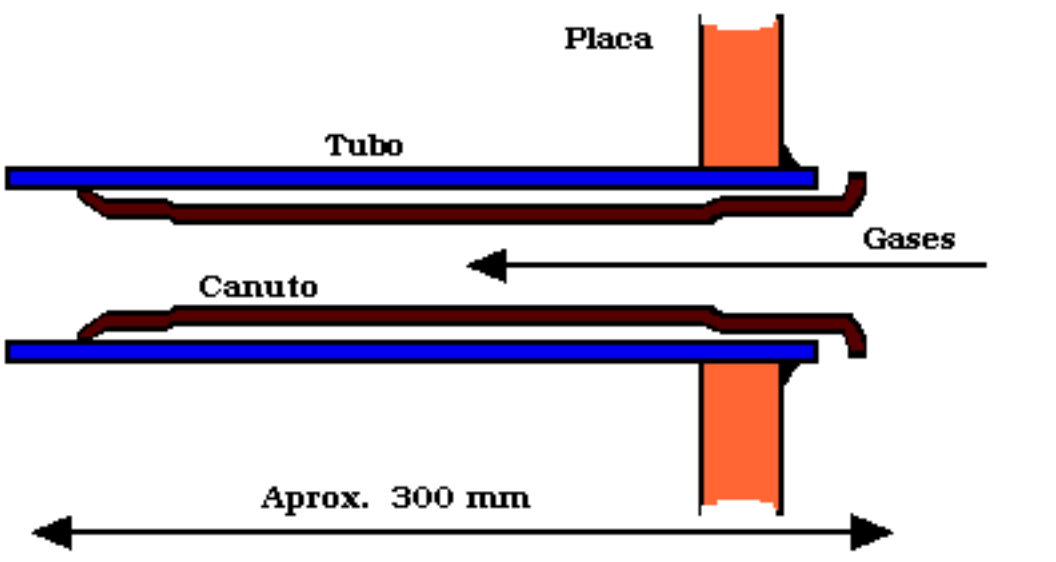
CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

Una caldera sucia, es muy mal negocio, no solo porque perdemos una gran parte del combustible como "gases sin quemar", sino que los procesos de corrosión se aceleran, pero también hay que ver que esto afecta la producción al flutuar las presiones de respuesta a los consumos. Por lo general cuesta más limpiar una caldera ya muy sucia (los "canutos" de ceniza se van endureciendo a medida que se recalientan y distintas capas se van formando), lo que obliga que la limpieza en vez de ser una simple cepillada, hay que entrar romper los canutos casi pegados entre ellos con herramientas de percusión.

En el caso de la cáscara de arroz, la formación de canutos, también ocurre, pero el problema más grave es la corrosión (también en la entrada de los tubos, por el "efecto vórtice", es decir el gas al entrar hace un remolino como cuando uno usa un embudo y esto hace que la ceniza muy abrasiva por el contenido de sílice (SiO2, componente de las hojas y telas abrasivas) ataque en forma mecánica al tubo, produciendo una corrosión que afina rápidamente la pared del tubo, estos tubos expuestos a este fenómeno, se protegen con un canuto de un tubo de inferior diámetro que "calza" en la entrada del tubo de un largo de unos 30 cm. y en cada limpieza se gira para que la abrasión se vaya corriendo y no perfore el "canuto" de protección llegando la sílice al tubo que hay que proteger.



PROTECCION DE CORROSION POR VORTICE EN
QUEMA DE CASCARA DE ARROZ CALDERAS HUMO-TUBULARES

Tanto las calderas de "quema directa" como las de "quema por gasógeno y cámara torsional" están expuestas a estos problemas de ensuciamiento.

La diferencia fundamental, es que en las calderas de "quema directa" la formación del canuto de ceniza se expresa más por un bloqueo del pasaje de gases de la caldera, el cual no se manifiesta tanto en subir la temperatura de chimenea (no baja tanto rendimiento térmico, sino más bien baja la respuesta de la caldera al no tener el suficiente aire), mientras que en la quema por "gasógeno y cámara torsional" el ensuciamiento es más parejo a lo largo del tubo (lo que eleva la temperatura de la chimenea, perdiendo la caldera más eficiencia). En general debemos decir que una caldera de "quema directa" la temperatura de chimenea con la caldera cuando se limpia la temperatura ha subido unos 15ºC a 20ºC, cuando con "gasógeno" le temperatura de chimenea ha subido mucho más (en algunos casos pasa los 50ºC).

En la quema por gasógeno el problema más importante es el arrastre de cenizas y elementos en combustión, especialmente en la combustión de chips. Esto se debe a las altas velocidades que debe circular el aire primario en el gasógeno con cargas por encima del 60% y si la quema es en la cámara torsional (como el aserrín y otros tipo de combustible pulverizados) toda la ceniza circula por la caldera, debiendo ser extraída en los distintos pases de tubos, recuperadores y equipos de especialmente diseñados para la extracción de cenizas.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

Veamos la ceniza acumulada en la cámara torsional al quemar chips en un gasógeno:

En gasógenos, el "ensuciamiento" (más bien, taponeamiento del aire primario) ocurre en las grillas planas del gasógenos, no permitiendo entrar el aire primario ni salir la ceniza, entrando aire y saliendo ceniza solo por la periferia entre las grillas giratorias y las paredes verticales del gasógeno, esta ceniza muchas veces se funde y forma piedras que terminan trancando el giro del gasógeno (y hay parar irremediablemente para sacar las piedras). Veamos algunas fotos:

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

Piedras de ceniza fundida, extraída de un gasógeno que quema chips.

Veamos las grillas tapadas en sus entradas de aire:

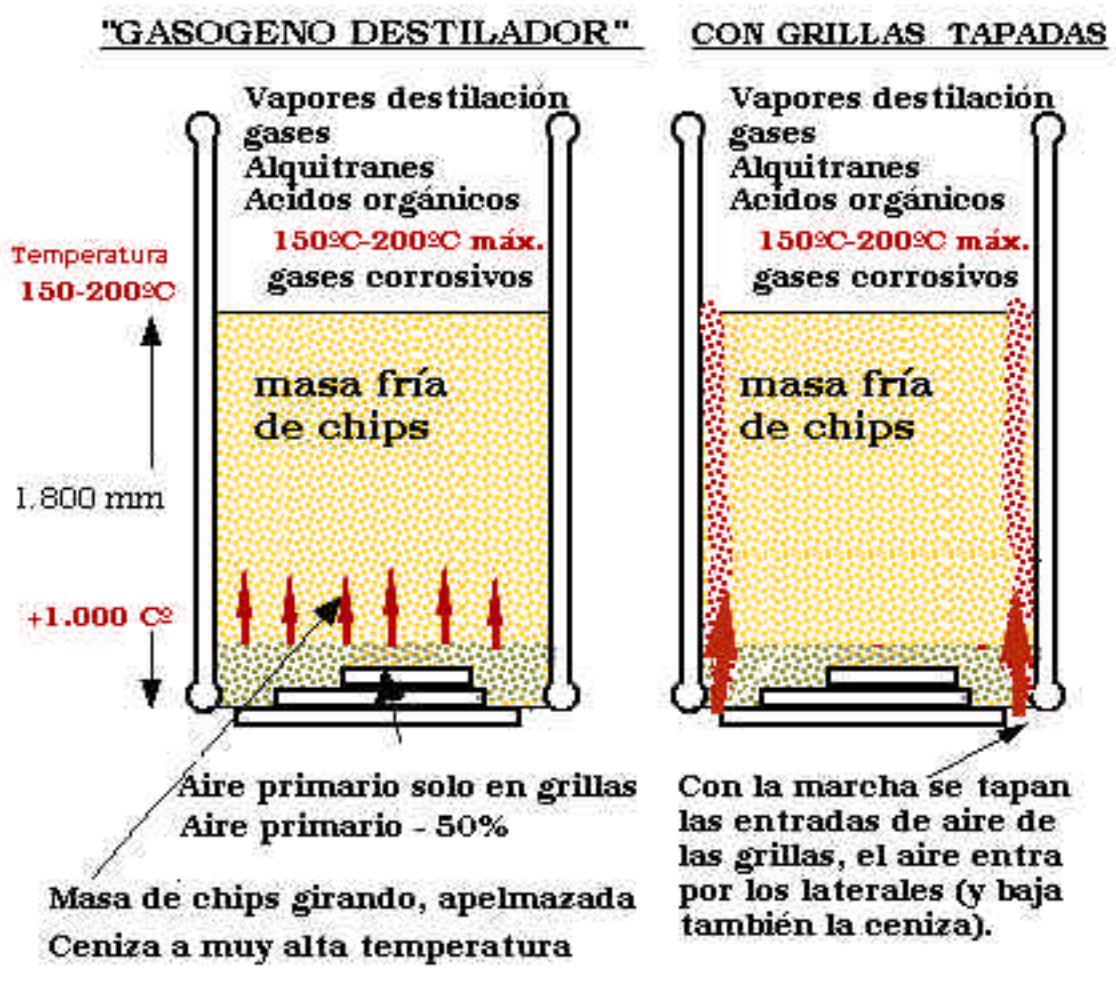
Grillas planas giratorias de un gasógeno quemando chips.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

Pero un problema de la quema con gasógeno de grilla plana quemando chips, especialmente con alta humedad, genera gases muy fríos (menos de 200ºC) y por lo tanto se trata de una "destilación" del la madera más que una "gasificación", lo que produce un gran cantidad de alquitrán de madera, de muy difícil combustión y muy aglomerante de las cenizas, además de trabar las válvulas de maniobra de los gases en muchos casos, veamos una foto de una válvula en que se ve la presencia de alquitrán en abundancia:

Alquitrán de madera formado en gasógeno quemando chips debido a los gases muy fríos, menos de 200ºC, cuando debieran ser mayor a 450ºC.

Este efecto de los gasógenos con grilla plana a la formación de alquitrán por efecto de los gases fríos, lo vemos un croquis:



CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE ENSUCIAMIENTO EN CALDERAS A BIOMASA.

2010

Como dijimos, la baja temperatura de los gases de un gasógeno de grillas planas quemando chips, es una temperatura que corresponde más a una destilación de la madera más que a un gas de gasógeno, cuya temperatura por lo general deberiera estar por encima de los 450ºC. Es evidente que el gas destilado de madera (fuera que es muy explosivo en las maniobras, por su inestabilidad en la cámara torsional), arrastra consigo una cantidad de alquitrán de difícil combustión, que tiende a generar problemas de ensuciamiento, dado que aglomera las cenizas arrastradas. Por supuesto, esta situación se agrava a medida que la humedad del chips aumenta, la carga aumenta, hay problemas en el manejo de la relación del aire secundario respeto a la cantidad necesaria de aire, ya que con mucha humedad, la dilución de los gases por el vapor formado, obliga a trabajar con más exceso de aire.

El ensuciamiento se nota más en los valores de depresión de los tiros sobre los gasógenos y todos los valores hasta el ventilador del tiro inducido, esto porque se tapa el gasógeno (las entradas de aire de las grillas y entra el aire solo por los laterales de la grilla giratoria contra los colectores bajos de los gasógenos, siendo además la única bajada de cenizas). Este taponeamiento, hace que entre aire en zonas muy puntuales, lo que genera el "efecto fragua" que genera altísimas temperaturas y produce "piedras de ceniza", que pueden trancar las grillas giratorias. También en la quema directa, si las parrillas son inadecuadas (se tapan como las grillas solo formadas por tubos de agua) y que también forman el "efecto fragua" al entrar aire solo en ciertas partes puntuales).

Ambas formaciones de "piedras de cenizas" se agravan con algunos tipos de biomasas (como las que contienen mucha cáscara, arenas, o las que tienen "leña de monte").

Los recuperadores de calor (tanto calentadores de aire como economizadores), tienden a "taparse" más rápidamente que la caldera, tanto en caldera humo-tubulares como en calderas acuo-tubulares). El aumento de depresión en el tiro inducido lo indica claramente cuando el aumento depresión es en esta zona. La limpieza de estos equipos se puede hacer parando la caldera (con cepillos en forma mecánica o con agua caliente alcalinizada levemente con soda), pudiendose en algunos casos hacer la limpieza con agua caliente levemente alcalinizada con un distribuidor desde la parte superior de entrada de los gases hacia abajo, ya que por lo general el ensuciamiento pueden ser "canutos de ceniza aglomerada" en tubos o si son tubos aleteados la ceniza "colgada" de las aletas.

En calderas humo-tubulares, en este caso, el ensuciamiento puede ser en el propio gasógeno (o la formación de "piedras de ceniza", que dependerá del combustible y la carga de trabajo), subiendo la temperatura de chimenea al pasar de los días, por la mala combustión al taparse las entradas de aire primario, lo que obliga a la limpieza de tubos. La formación de "canutos" también se pude dar, lo que restringe el pasaje de gases y la entrada de aire primario. Una elevación en la depresión del tiro inducido, indica una dificultad de pasajes de los gases (tubos sucios) o del aire primario por estar la grilla del gasógeno tapada.

En la calderas acuo-tubulares, también se puede notar una aumento de la depresión en el tiro inducido, si esta depresión se produce en el gasógeno indica que es el gasógeno que necesita limpieza, si en toda la caldera, es evidente que hay un ensuciamiento en toda la caldera.